

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-159887

(43) 公開日 平成8年(1996)6月21日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 L 3/10		F		
B 6 2 D 5/04				
		5/06		
G 0 1 L 5/22		B		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-297338

(22) 出願日 平成6年(1994)11月30日

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 篠原 幹 弥

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

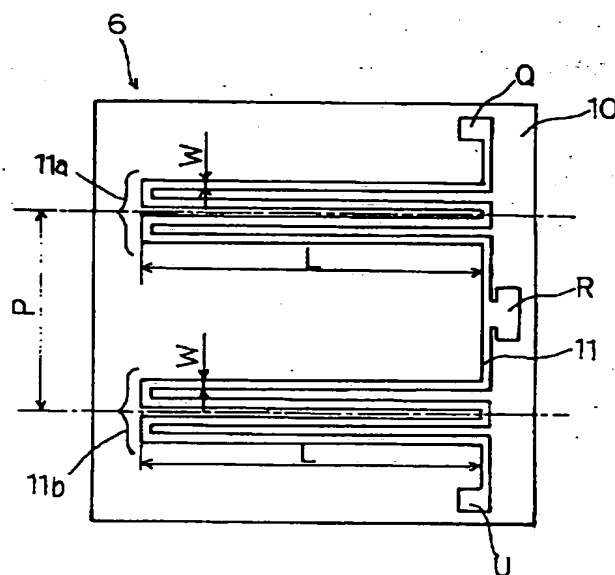
(74) 代理人 弁理士 小塩 豊

(54) 【発明の名称】 トルクセンサ

(57) 【要約】

【目的】 マイクロプロセッサ等による複雑な演算処理に頼ることなしに、トルク検出特性が所望の補助操舵力特性と類似の曲率変化を有するトルクセンサを提供する。

【構成】 トーションバーを介して相対的に回転変位可能に連結された2つの軸の一方の軸に取り付けられた磁石と、他方の軸に取り付けられた2本の平行な素子エレメント11a、11bおよび前記磁石から発生して2本の素子エレメントを通過する磁束の変化により2本の素子エレメントに生じる電気抵抗の変化を差動電圧として出力する磁気抵抗素子6とから基本的に構成されるとともに、素子エレメントピッチPが、それぞれの素子エレメント11a、11bについて存在する、素子エレメントを通過する磁束の方向が素子エレメントに対してほぼ平行となる2箇所の磁石5の位置の間隔の0.6倍から1.0倍までの範囲にある構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 トーションバーを介して同軸的に連結され、且つ回転トルクが加わった際にトーションバーの捩じれにより相対的に回転変位可能な2つの軸における前記回転トルクを検出するトルクセンサにおいて、前記2つの軸のうち一方の軸の軸端に取り付けられた磁石と、他方の軸の軸端で且つ前記磁石に対向する位置に取り付けられた導電体からなる2つの平行な素子エレメントおよび前記磁石から発生して2つの素子エレメントを通過する磁束の変化により2つの素子エレメントに生じる電気抵抗の変化を差動電圧として出力する回路を備えた磁気抵抗素子とから基本的に構成されるとともに、素子エレメント間のピッチが、それぞれの素子エレメントについて存在し且つ素子エレメントを通過する磁束の方向が素子エレメントに対しほぼ平行となって素子エレメントの電気抵抗が最大となる2箇所の磁石位置の間隔の0.6倍から1.0倍までの範囲にあることを特徴とするトルクセンサ。

【請求項2】 1個の磁石が一方の軸の軸端に取り付けられていて、その磁極が素子エレメントに対し垂直方向に向いていることを特徴とする請求項1に記載のトルクセンサ。

【請求項3】 互いに磁極の向きが相反する2個の磁石が平行に一方の軸の軸端に取り付けられていて、それらの磁極が素子エレメントに対向していることを特徴とする請求項1に記載のトルクセンサ。

【請求項4】 トーションバーを介して同軸的に連結される2つの軸は、電動パワーステアリング装置の操舵側軸と操舵機構側軸である請求項1に記載のトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車の電動パワーステアリング装置等に適用されるトルクセンサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 自動車の操舵輪を操作する力を補助するパワーステアリング装置として、電動式の装置が開発されている。これは、運転者の操舵トルクを検出し、その検出トルクに応じて操舵機構に設けた電動機が操舵補助力を発生する装置であって、油圧式の場合のように、油圧ポンプ駆動のためにエンジン出力を消費しないという特徴がある。

【0003】 この操舵トルク検出手段としては、信頼性やコストの点から非接触でかつ構成の簡素な手段が望ましく、そのような操舵トルク検出手段として、例えば、特開昭61-235270号公報等に開示されており、その原理的な構成は図12の(a)～図12の(c)に示す様になっている。

【0004】 図12の(a)において、図示しない操舵

輪を取付けている操舵側軸101と、同じく図示しない操舵機構が取付けられている操舵機構側軸102とが、トーションバー103を介して、同軸的にかつ相対的に回転変位可能に連結されており、これらの軸は図示していない他の部品に固定された筒状のケース104によって回転自在に支持されている。

【0005】 操舵機構側軸102の軸端部の外周には、磁石105が固定されているとともに、操舵側軸101の軸端部の外周には磁石105が発生する磁束を検出するホール素子106が固定されている。なお、このときの磁石105とホール素子106との位置関係は、図12の(b)または(c)に示すような組み合わせとなっている。

【0006】 さらに、操舵側軸101のケース104内の外周には、スリップリング107が取り付けられているとともに、これに対応する位置のケース104の内周にはブラシ108が取付けられており、ホール素子106からの検出信号は、スリップリング107およびブラシ108を介して、ケース104外側に取付けられた回路109で増幅され、操舵補助力を発生する電動機の制御回路に送られる。

【0007】 このような構成のトルクセンサにおいては、操舵側軸101よりトルクが印加されてトーションバー103が捩れると、磁石105とホール素子106の位置が相対的に変位して、ホール素子106を通過する磁石104からの磁束の磁束密度が変化し、この印加トルクの変化(捩じれ角の変化)に対応した磁束密度の変化がホール素子106により検出されて、トルク検出信号が出力される。なお、磁石105とホール素子106との位置関係が図12の(b)および(c)に示す場合の印加トルクに対するトルク検出特性は、図13に示すようになっている。

【0008】 そして、このトルク検出信号が電動機の制御回路にて処理され、この処理情報に基づいて運転者の操舵力に応じた操舵補助力が電動機により発生される。

【0009】 ところで、通常、パワーステアリング装置においては、例えば、直進走行時の修正操舵等において運転者がハンドルに加える操舵力が小さいときは、操舵補助力を抑制することにより、ハンドル操作感に安定感を持たせ、逆に大きな操舵力を必要とする停車時の据え切りや低速走行における操舵操作時等においては、大きな操舵補助力を発生させることにより、軽い操作感を持たせる必要がある。そのため、運転者の操舵トルクに対する操舵補助力特性は、図14に示すように、零トルク付近では抑制され、操舵トルクが正または負の方向に増加すると急激に立ち上がり、運転者が大きな操舵力でハンドルを操作する必要のない特性とすることが望ましい。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、図12

に示したような構成の従来の電動パワーステアリング装置用トルクセンサにおいては、トーションバー103の振れにより、磁石105がホール素子106に対して図12の(b)ないし(c)に示す矢印X1およびX2の方向に変位する構成となっているため、入力トルクに対するトルク検出特性は、図13に示したように、図中(b')のごとく入力トルクに直線的に比例して曲率変化をもたないか、または、(b'')のごとく零トルク付近では出力変化が大きく入力トルクの正または負の方向の増加にともないトルク検出特性曲線の傾きが飽和する特性となる(図12の(b)の構成の場合)か、あるいは、図中(c)のように入力トルクの印加方向によって非対称な特性となり(図12の(c)の構成の場合)、図14に示したような、両方向のトルク入力に対して、零トルク付近で曲率変化を有する特性曲線が得られない。

【0011】したがって、図12に示したような従来のトルクセンサを用いて図14に示したような望ましい操舵補助力特性を実現するためには、マイクロプロセッサ等による演算処理が必要となり、そのため制御回路が複雑で高価なものとなる問題があり、この問題を解決することが課題であった。

【0012】

【発明の目的】本発明は、このような従来の課題に鑑みてなされたものであり、マイクロプロセッサ等による複雑な演算処理に頼ることなしに、トルク検出特性自体が電動パワーステアリング装置における所望の補助操舵力特性を発生するのに好適である、すなわち、トルク検出特性が補助操舵力特性と類似の曲率変化を有するトルクセンサを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明に係るトルクセンサは、請求項1として、トーションバーを介して同軸的に連結され、かつ回転トルクが加わった際にトーションバーの振れにより相対的に回転変位可能な2つの軸における前記回転トルクを検出するトルクセンサにおいて、前記2つの軸のうち一方の軸の軸端に取り付けられた磁石と、他方の軸の軸端で且つ前記磁石に対向する位置に取り付けられた導電体からなる2つの平行な素子エレメントおよび前記磁石から発生して2つの素子エレメントを通過する磁束の変化により2つの素子エレメントに生じる電気抵抗の変化を差動電圧として出力する回路を備えた磁気抵抗素子とから基本的に構成されるとともに、素子エレメント間のピッチが、それぞれの素子エレメントについて存在し且つ素子エレメントを通過する磁束の方向が素子エレメントに対しほぼ平行となって素子エレメントの電気抵抗が最大となる2箇所の磁石位置の間隔の0.6倍から1.0倍までの範囲にある構成のものとし、請求項2として、1個の磁石が一方の軸の軸端に取り付けられていて、その磁極が素子エレメントに対

し垂直方向に向いている構成のものとし、請求項3として、互いに磁極の向きが相反する2個の磁石が平行に一方の軸の軸端に取り付けられていて、それらの磁極が素子エレメントに対向している構成のものとし、請求項4として、トーションバーを介して同軸的に連結される2つの軸は、電動パワーステアリング装置の操舵側軸と操舵機構側軸である構成のものとしており、上記の構成を課題を解決するための手段としている。

【0014】

【発明の作用】本発明の請求項1に係るトルクセンサでは、磁石から発生している磁束の分布を、磁気抵抗素子を用いて検出する際に得られる磁気検出特性を利用して、2つの素子エレメントの磁気検出出力を差動で取り出すことにより、トーションバーに加わる回転トルクが検出されるとともに、2つの素子エレメントのピッチを、それぞれの素子エレメントについて存在する、素子エレメントを通過する磁束の方向が素子エレメントに対してほぼ平行となって素子エレメントの電気抵抗が最大となる2箇所の磁石位置の間隔の0.6倍から1.0倍までの範囲とすることにより、操舵補助力特性と類似の曲率変化を有する望ましいトルク検出特性となり、マイクロプロセッサ等による複雑な演算処理に頼ることなく、簡素で低廉な電動パワーステアリング装置が実現されることとなる。

【0015】本発明の請求項2に係るトルクセンサでは、一方の軸の軸端に取り付けられる磁石が1つで、請求項1に記載のトルクセンサと同様の作用が奏せられ、トルクセンサ自体がより簡素なものとなる。

【0016】本発明の請求項3に係るトルクセンサでは、上記の構成とすることにより、一方の軸の軸端に取り付けられた2つの平行に並んだ磁石の間隔を適切に変更すれば、磁石の形状を変えずに操舵補助力特性と類似の曲率変化を有する望ましいトルク検出特性が得られるため、多種にわたる既存の油圧パワーステアリング装置のトーションバーをそのまま利用して、電動パワーステアリング装置用のトルクセンサが構成されることとなる。

【0017】本発明の請求項4に係るトルクセンサでは、上記の構成とすることにより、直進走行時の修正操舵等において運転者がハンドルに加える操舵力が小さいときは、ハンドル操作感に安定感があり、逆に大きな操舵力を必要とする停車時の掘え切りや低速走行における操舵操作時等においては、軽い操作感を有する電動パワーステアリング装置となる。

【0018】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

【0019】図1は、本発明に係るトルクセンサの一実施例を示す構成図であって、図示しない操舵輪を取付けている操舵側軸1と、同じく図示しない操舵機構が取付けられている操舵機構側軸2とが、トーションバー3を

介して同軸的にかつ相対的に回転変位可能に連結されており、これらの軸は図示していない他の部品に固定された筒状のケース4によって回転自在に支持されている。

【0020】操舵機構側軸2の端部の外周には、磁石5が固定されており、また、操舵側軸1の端部の外周で且つ磁石5に対向する位置には、磁石5が発生する磁束を検出する磁気抵抗素子6が固定されている。

【0021】また、操舵側軸1にはスリップリング7が、ケース4にはブラシ8が取り付けられ、磁気抵抗素子6からの検出信号は、スリップリング7およびブラシ8を介して、ケース4の外側に取り付けられた回路9で増幅され、補助操舵力を発生する電動機の制御回路に送られる。

【0022】図2は、図1における磁気抵抗素子6の一例を示す構成図であって、図2において、ガラス、Si、セラミックス等の基板10上には、Ni-Co合金の強磁性体金属からなる抵抗膜のパターン11が形成されており、パターン11は、素子エレメント11aおよび11b、並びに端子Q、U、Rの各部から構成され、それぞれの素子エレメント11a、11bの電流方向の長さLは、通常、電流に垂直方向の幅Wの10倍以上に設定する必要がある、実質的な比 L/W を大きくするため、図2のように数回折り返した構成を採用することもある。

【0023】図3の(a)は、図1において示した磁石5および磁気抵抗素子6を矢印Aの方向から見た場合の詳細図であって、磁石5は、NS磁極方向がトーションバー3の軸方向に対して垂直になるとともに、トーションバー3がNS磁極間の中央に位置するように、操舵機構側軸2の軸端部の外周に固定されている。

【0024】また、磁気抵抗素子6は、素子エレメント11aおよび11bのL^{*}の方向が、磁石5の端面Eに対して垂直となるとともに、トルクが印加されない状態で、磁気抵抗素子6の素子エレメント11a、11b間の中心線が磁石のNS磁極間の中心線に一致するように操舵側軸1の軸端部の外周に固定されている。

【0025】素子エレメントの長さLは、0.1~1.0mmの長さを採用できるが、本実施例では、1.5mmとし、磁石5の端面Eから素子エレメント中心Cまでの距離(ギャップ)Gを約2.7mmとした。

【0026】また、図3の(a)の矢印Fの方向から見た図である図3の(b)に示すように、トーションバー3から磁石5の幅Wmの中央までの距離D1は、トーションバー3を内蔵でき、トルクセンサを保護するケース4が大きくなり過ぎないように、20~40mmとすることが望ましく、本実施例では32mmとした。

【0027】また、磁気抵抗素子6の素子エレメント11a、11bとトーションバー3との間の距離は、磁気検出感度の点から、D1と同じ32mmとした。

【0028】磁石5の長さLmは、電動パワーステア

リング装置用のトルクセンサとして使用することを考えると、1~2kgf・mのトルクが印加されたときに、磁石のNまたはS極が、零トルク時のNS磁極間の中央位置まで変位する長さであることが望ましく、トーションバー3の剛性率の点から、2~15mm程度が適するが、本実施例においては4mmとした。

【0029】また、磁石5の材料は、磁気抵抗素子6の素子エレメント11a、11bに、200エルステッド以上の磁界を印加できることが望ましく、フェライト磁石でも希土類磁石でも可能であるが、温度安定性の点からSm-Co系磁石を使用した。

【0030】さらに、図4は、磁気抵抗素子6の配線を示す回路図であって、端子Q、U間に定電圧Vccを印加し、素子エレメント11a、11b間の端子Rの電位変動をセンサ出力として、回路処理している。

【0031】次に、図1に示す構成のトルクセンサの動作について説明する。

【0032】図1の構成のトルクセンサにおいて、操舵側軸1よりトルクが印加されると、トーションバー3が捩れ、磁石5は磁気抵抗素子6に対して、図3に示すX方向へ相対的に変位し、磁石5より素子エレメント11a、11bに印加される磁界の方向が変化し、素子エレメント11a、11bの電気抵抗が変化する。

【0033】このとき、素子エレメント11aと11bは、ある程度の距離(図2に示す素子エレメントピッチP)を隔てて配置されているため、個々の素子エレメント11a、11bに印加される磁界の方向に差が生じ、これが素子エレメント11a、11bどうしの電気抵抗の差となって端子Rの電位が変化することによりトルクを検出できる。

【0034】電位の変化としてトルクを検出した際、望ましいトルク検出特性が以下に説明する原理により得られる。

【0035】一般に、Fe、Ni、Coを含む強磁性体金属は、異方性磁気抵抗効果を示し、電流の流れる方向と平行に磁界が印加されたとき(すなわち、磁化方向が電流と平行なとき)、電気抵抗が最大となり、電流の流れる方向と垂直となる方向に磁界が印加されたとき(すなわち磁化方向が電流と垂直であるとき)電気抵抗は最小になる。

【0036】したがって、図3の構成において、それぞれの素子エレメント11a、11bの電気抵抗が最小となるのは、磁石5のNS磁極間の中央位置が、それぞれの素子エレメント11a、11bの正面に来たときであり、例えば、磁石5のNS磁極間の中央位置が素子エレメント11aの正面に位置するときの磁石5より発生する磁束は、図5の(a)に示すように、素子エレメント11aを電流方向に垂直に横切り、素子エレメント11aの電気抵抗は最小となる。

【0037】また、図5の(b)に示す状態では、磁石

5より発生した磁束が素子エレメント11aの電流方向にほぼ平行となり、素子エレメント11aの電気抵抗が最大となる。

【0038】それゆえ、零トルク時の磁石5のNS磁極間の中央位置を原点とし、磁石5の磁気抵抗素子6に対する変位 x を横軸に取り、それぞれの素子エレメント11a、11bの電気抵抗を縦軸にとると図6に示すような特性となる。

【0039】この特性図において、それぞれの素子エレメント11a、11bの電気抵抗が最小を示すときの磁石5の位置の間隔 P は、動作原理上素子エレメントピッチ P と一致する。

【0040】また、それぞれの素子エレメント11a、11bについて、その電気抵抗が最大値をとる磁石5の位置は2ヶ所存在するが（N極およびS極が各素子エレメントに近づいたとき）、その間隔 P は磁石5の磁界分布により決まるため、磁石5の形状やギャップ G に依存する。図3に示す構成を採用する場合には、間隔 P は磁石の長さ L に対して1～2倍の範囲にあった。

【0041】ここで、上記のような磁石5の変位に対する電気抵抗変化を示す素子エレメント11a、11bを、図4に示すように接続して端子Q、U間に定電圧 V_{cc} を印加すると、出力端子Rの電位は、印加トルクに対し素子エレメントピッチ P と電気抵抗が最大値をとる磁石位置の間隔 P との関係の違いによって、図7の（a）、（b）および（c）に示すように変化する。

【0042】出力端子Rの電位は、素子エレメントピッチ P に依存し、素子エレメントピッチ P が図6の間隔 P より著しく広いと、図7の（a）のように零トルク付近で極大点や極小点が生じ、センサ特性として望ましくない。

【0043】これに対して、素子エレメントピッチ P が図6の間隔 P に対して、やや狭いときに、図7の

（b）に示すような特性が得られ、零トルク付近では特性曲線の傾きが小さく、印加トルクが増加して磁石5の変位が大きくなると、傾きが大きくなり、変位と出力電位の関係が1対1であるセンサとして使用できる領域 ΔT も広く、電動パワーステアリング用トルクセンサとして好ましい特性となる。

【0044】また、素子エレメントピッチ P が図6の間隔 P より著しく狭いと、図7の（c）のようになり、原点付近で特性曲線の傾きが小さくなる領域が得られず、センサとして使用できる領域も狭い。

【0045】本実施例では、長さ L が4mmの磁石5を使用し、ギャップ G を2.7mmとして、素子エレメントピッチ P を0.2～10mmの範囲で数種類を検討したところ、3.6～6mmの素子エレメントピッチ P を使用した場合に、図7の（b）に示す望ましい特性を得た（同図は素子エレメントピッチ $P=5$ mm時の測定結果）。

【0046】また、本実施例において、個々の素子エレメント11a、11bの電気抵抗の変化に関する図6の間隔 P は6mmであり、望ましい特性が得られる素子エレメントピッチ P は、間隔 P 2、すなわち磁石より発生する磁束の方向が該素子エレメントに平行になる2箇所の位置の間隔の0.6倍から1.0倍までの範囲にあることが必要であった。

【0047】このような望ましい特性を有する構成を採用することにより、トルクセンサの出力をリニアアンプ等の簡素な回路構成で、増幅処理するだけで、電動パワーステアリング装置の制御回路用信号として使用することができ、マイクロプロセッサ等による複雑な信号処理回路を省略できるのである。

【0048】また、本発明のトルクセンサにおいては、原点付近で特性曲線の傾きが小さくなる領域の幅は、素子エレメントピッチ P を間隔 P 2に近い広さにしたり、ギャップ G を大きくしたりすることにより、広げることも可能である。

【0049】次に、図8は、本発明に係るトルクセンサの他の実施例を示す構成図であって、図1の操舵機構側軸2の端部の外周に取り付けられた磁石5にかえて、2個の磁石とヨークより基本的に構成される磁界発生器21が取り付けられたものである。

【0050】また、図9の（a）は、図8に示した磁界発生器21および磁気抵抗素子6を図8の矢印Aの方向より見た詳細図であって、図9の（a）において、磁界発生器21は、非磁性の支持部材22と、支持部材22に固定されたヨーク23と、支持部材22にNS磁極が互いに逆になるように平行に固定された2個の同一形状の磁石24aおよび24bとにより構成されており、磁石24a、24bの磁極面E2が磁気抵抗素子6に対向し、かつ、磁石24a、24b間の中央線（以後、磁界発生器21の中央線と記す。）がトーションバー3の中央に位置するように固定されている。

【0051】また、磁気抵抗素子6は、素子エレメント11aおよび11bのL方向が磁界発生器21の磁極面E2に対して垂直になるとともに、トルクが印加されていない状態で磁界発生器21の中央線が磁気抵抗素子6の素子エレメント11a、11b間の中央に位置するように固定されている。

【0052】本実施例では、磁気抵抗素子6の素子エレメント長さ L を1.5mm、磁界発生器21から素子エレメント中心Cまでの距離（ギャップ） G を約2.7mmとした。

【0053】また、トーションバー3から磁石24a、24bの幅 W_{m2} の中央までの距離 $D2$ （図9の（b））は3.2mm、磁気抵抗素子6の素子エレメント11a、11bとトーションバー3との間の距離も3.2mmとした。

【0054】磁石24a、24bの材料は、Sm-Co

系磁石を使用し、幅 W_a および W_b を2mm、両者の間隔を1mmとした。

【0055】磁気抵抗素子6には、図1における実施例と同じく、図4に示すように、端子Q、U間に一定電圧 V_{cc} を印加し、素子エレメント11a、11b間の端子Rの電位変動をセンサ出力として、回路処理した。

【0056】本実施例のトルクセンサも、図1における実施例と同様の動作をする。すなわち、図9の構成のトルクセンサにおいて、操舵側軸1よりトルクが印加されると、トーションバー3が捩じれ、磁界発生器21は磁気抵抗素子6に対して、図9の矢印Xの方向へ変位し、磁界発生器21より素子エレメント11a、11bに印加される磁界の方向が変化し、素子エレメント11a、11bの電気抵抗が変化する。

【0057】本実施例の構成において、磁気抵抗素子6のそれぞれの素子エレメント11a、11bの電気抵抗が最小となるのは、磁界発生器21の中央線が、それぞれの素子エレメント11a、11bの正面に来たときであり、例えば、磁界発生器21の中央線が素子エレメント11aの正面に位置したときの磁界発生器21の磁石24aより発生する磁束は、図10の(a)に示すように、素子エレメント11aを電流方向に垂直に横切り、その結果、素子エレメント11aの電気抵抗は最小となる。

【0058】また、図10の(b)に示す状態では、磁石24aより発生した磁束が素子エレメント11aの電流方向にはほぼ平行となり、素子エレメント11aの電気抵抗が最大となる。

【0059】したがって本実施例においても、磁石発生器21の変位に対するそれぞれの素子エレメント11a、11bの電気抵抗の変化は、図6に示したと同様になり、それぞれの素子エレメント11a、11bの電気抵抗が最小となる時の磁界発生器21の位置の間隔 P_a は、図1における実施例と同様に素子エレメントピッチ P と一致する。

【0060】また、本実施例においては、2個の磁石24a、24bをその磁極が磁気抵抗素子6に対向するように配置した構成となっているため、個々の素子エレメント11a、11bの電気抵抗が最大となる磁界発生器21の位置は、磁石24a、24bのN磁極あるいはS磁極の中心位置が素子エレメント11a、11bの正面に来る位置であり、図6における間隔 P_2 は、磁石24a、24bの磁極中心の間隔 W_2 （図9）に一致する。

【0061】このような磁界発生器21の変位に対する電気抵抗変化を示す素子エレメント11a、11bを、図4に示すように接続し、端子Q、U間に定電圧 V_{cc} を印加すると、出力端子Rの電位は、印加トルクに対し、図1における実施例と同様に、磁気抵抗素子6の素子エレメントピッチ P に依存したトルク検出特性を示した。

【0062】すなわち、素子エレメントピッチ P が間隔

P_2 、つまり磁石24a、24bの磁極中心の間隔 W_2 に対してやや狭いときには図11に示すような特性となつて、零トルク付近では特性曲線の傾きが小さく、印加トルクが増加して磁石（磁界発生器21）の変位が大きくなるとともに傾きが大きくなるという、電動パワーステアリング用トルクセンサとして好ましい特性を得た。

【0063】また、素子エレメントピッチ P が磁石24a、24bの磁極中心の間隔 W_2 より著しく広いと、図7の(a)に示したと同様に、零トルク付近で極大点や極小点が生じるためセンサ特性として望ましくない。

【0064】これに対して、素子エレメントピッチ P が磁石24a、24bの磁極中心の間隔 W_2 より著しく狭いと、図7の(c)に示したと同様の結果となり、原点付近で特性曲線の傾きが小さくなる領域が得られず、センサとして使用できる領域も狭くなった。

【0065】本実施例では、具体的には、幅 W_a および W_b が2mmの磁石24a、24bを磁極中心間隔 W_2 が3mmになるように配置し、磁石24a、24bとギャップ G を2.7mmとして、素子エレメントピッチ P を0.2~1.0mmの範囲で数種類検討した結果、1.8~3mmの素子エレメントピッチ P を使用した場合に、図11に示すような望ましい特性を得た。

【0066】本実施例においても、望ましいトルク検出特性が得られるのは、磁気抵抗素子6の素子エレメントピッチ P が、磁石24a、24bの磁極中心間隔 W_2 、すなわち、磁石24aまたは24bより発生する磁束の方向が素子エレメント11aまたは11bに平行になる2ヶ所の位置の間隔 P_2 の0.6倍から1.0倍までの範囲にあることが必要であった。

【0067】また、本実施例においては、2個の磁石24a、24bを一定の間隔を置いて配置した構成を採用したため、その間隔を変更するだけで、磁石の形状を変えずに、多種にわたる既存の油圧パワーステアリング装置のトーションバーをそのまま利用して、電動パワーステアリング装置用のトルクセンサを構成できるという利点を有している。

【0068】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明の請求項1に係るトルクセンサによれば、トーションバーを介して同軸的に連結され、かつ回転トルクが加わった際にトーションバーの捩じれにより相対的に回転変位可能な2つの軸のうち一方の軸の軸端に取り付けられた磁石と、他方の軸の軸端の前記磁石に対向する位置に取り付けられた導電体からなる2つの平行な素子エレメントおよび前記磁石から発生して2つの素子エレメントを通過する磁束の変化により2つの素子エレメントに生じる電気抵抗の変化を差動電圧として出力する回路を備えた磁気抵抗素子とから基本的に構成されるとともに、素子エレメント間のピッチが、それぞれの素子エレメントについて存在し且つ素子エレメントを通過する磁束の方向が

素子エレメントに対しほぼ平行となって素子エレメントの電気抵抗が最大となる２箇所の磁石位置の間隔の０．６倍から１．０倍までの範囲にある構成としたことにより、マイクロプロセッサ等による複雑な演算処理に頼ることなく、トルク検出特性が望ましい操舵補助力特性と類似の曲率変化を有するトルクセンサとすることができ、簡素で低廉な電動パワーステアリング装置を実現できるというすぐれた効果がもたらされる。

【００６９】本発明の請求項２に記載の構成とすれば、一方の軸の軸端に取り付けられる磁石が１個で請求項１に記載のトルクセンサと同様の効果を奏するトルクセンサが得られ、トルクセンサ自体をより簡素なものとすることができるという効果がもたらされる。

【００７０】本発明の請求項３に記載の構成とすれば、一方の軸の軸端に取り付けられた２個の平行に並んだ磁石の間隔を適切に変更すれば、磁石の形状を変えずに操舵補助力特性と類似の曲率変化を有する望ましいトルク検出特性を得ることができ、多種にわたる既存の油圧パワーステアリング装置のトーションバーをそのまま利用して、電動パワーステアリング装置用のトルクセンサを構成できるという優れた効果がもたらされる。

【００７１】本発明の請求項４に記載の構成とすれば、直進走行時の修正操舵等において運転者がハンドルに加える操舵力が小さいときは、ハンドル操作感に安定感があり、逆に大きな操舵力を必要とする停車時の掘え切りや低速走行における操舵操作時等においては、軽い操作感を有する電動パワーステアリング装置が得られるという効果がもたらされる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係るトルクセンサの一実施例を示す半裁断面説明図である。

【図２】図１のトルクセンサに使用される磁気抵抗素子の素子エレメントの構成図である。

【図３】図１のＡ方向から見たトルクが印加されていない時の磁石と磁気抵抗素子との位置関係を示す説明図（図３の（ａ））、および図３の（ａ）の矢印Ｆの方向から見た磁石および磁気抵抗素子のトーションバーの軸中心との距離を示す説明図（図３の（ｂ））である。

【図４】図１のトルクセンサに使用される磁気抵抗素子内の電気回路図である。

【図５】磁束が素子エレメントを垂直方向に横切る場合の磁束分布と素子エレメントとの位置関係を示す説明図（図５の（ａ））、および磁束が素子エレメントにほぼ平行になる場合の磁束分布と素子エレメントとの位置関係を示す説明図（図５の（ｂ））である。

【図６】磁石の変位による個々の素子エレメントの電気抵抗変化を示す特性図である。

【図７】素子エレメントピッチＰが図６の間隔Ｐ２に対して著しく広い（１．０倍を超える）場合（図７の（ａ））、素子エレメントピッチＰが図６の間隔Ｐ２の

０．６倍から１．０倍の範囲にある（５ｍｍ）場合（図７の（ｂ））、および素子エレメントピッチＰが図６の間隔Ｐ２に対して著しく狭い（０．６倍未満）場合におけるトルク検出特性図である。

【図８】本発明に係るトルクセンサの他の実施例を示す半裁断面説明図である。

【図９】図８の矢印Ａの方向から見たトルクが印加されていない時の磁石と磁気抵抗素子との位置関係を示す説明図（図９の（ａ））、ならびに図９の（ａ）の矢印Ｆの方向から見た磁石および磁気抵抗素子とトーションバーの軸中心との距離を示す説明図（図９の（ｂ））である。

【図１０】磁束が素子エレメントを垂直方向に横切る場合の磁束分布と素子エレメントとの位置関係を示す説明図（図１０の（ａ））、および磁束が素子エレメントにほぼ平行になる場合の磁束分布と素子エレメントとの位置関係を示す説明図（図１０の（ｂ））である。

【図１１】図８に示すトルクセンサの素子エレメントピッチＰが図１０の間隔Ｗ２の０．６倍から１．０倍の範囲にある場合（２．５ｍｍ）におけるトルク検出特性を示す特性図である。

【図１２】従来のトルクセンサの一構成例を示す説明図であって、トルクセンサ全体の構成を示す半裁断面図（図１２の（ａ））、図１２の（ａ）におけるトルクセンサに組み込まれる磁石およびホール素子の構成例を示す説明図（図１２の（ｂ）および図１２の（ｃ））である。

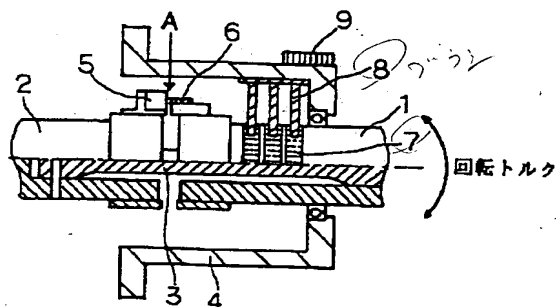
【図１３】従来のトルクセンサにおけるトルク検出特性例を示す特性図である。

【図１４】パワーステアリング装置における、操舵トルクに対する所望の操舵補助力の出力特性図である。

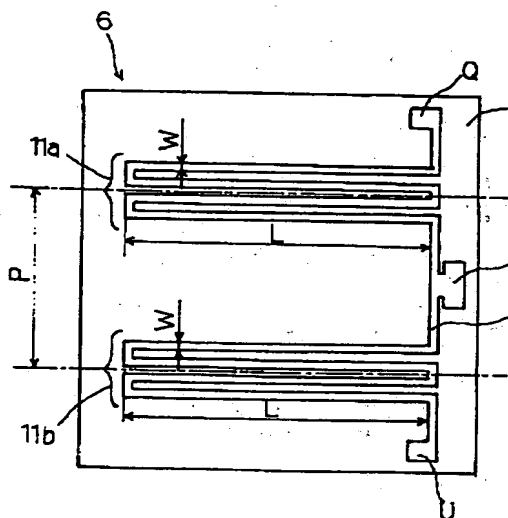
【符号の説明】

- １ 操舵側軸
- ２ 操舵機構側軸
- ３ トーションバー
- ４ ケース
- ５ 磁石
- ６ 磁気抵抗素子
- ７ スリップリング
- ８ ブラシ
- ９ 回路
- １０ 基板
- １１ バターン
- １１ａ、１１ｂ 素子エレメント
- ２１ 磁界発生器
- ２２ 支持部材
- ２３ コア
- ２４ａ、２４ｂ 磁石
- Ｑ、Ｕ、Ｒ 端子
- β 磁束線

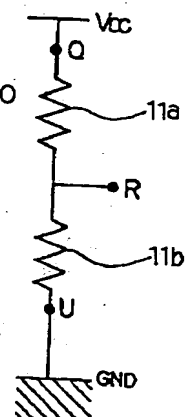
【図1】



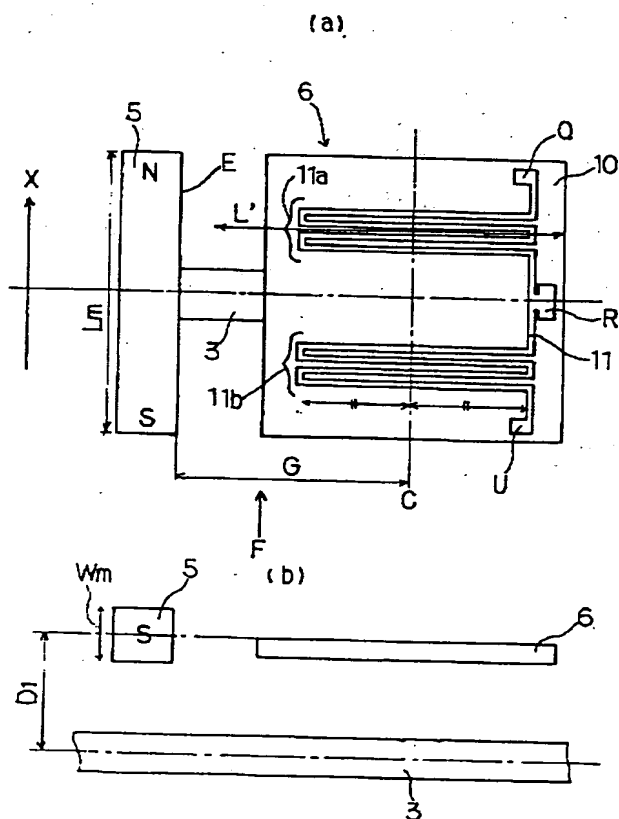
【図2】



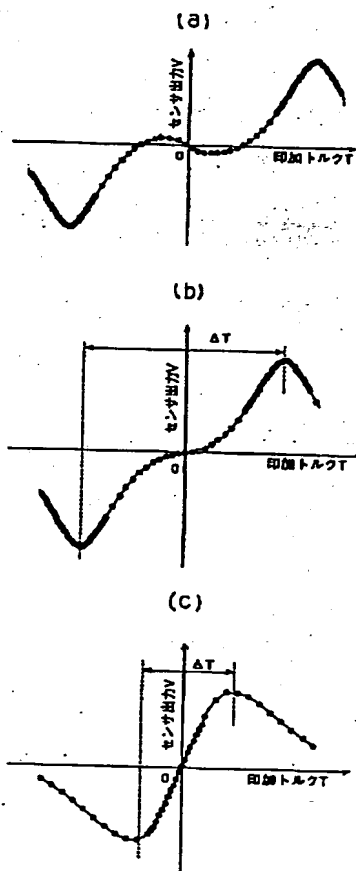
【図4】



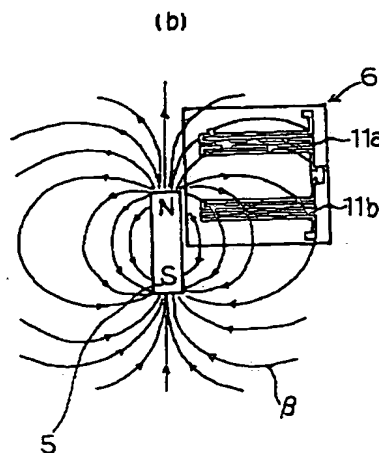
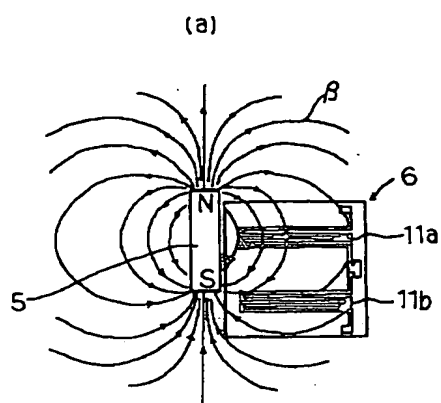
【図3】



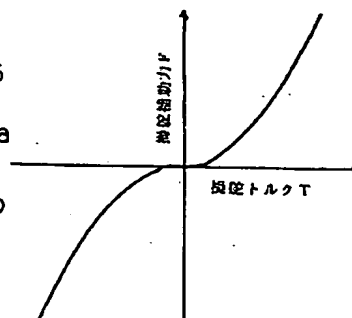
【図7】



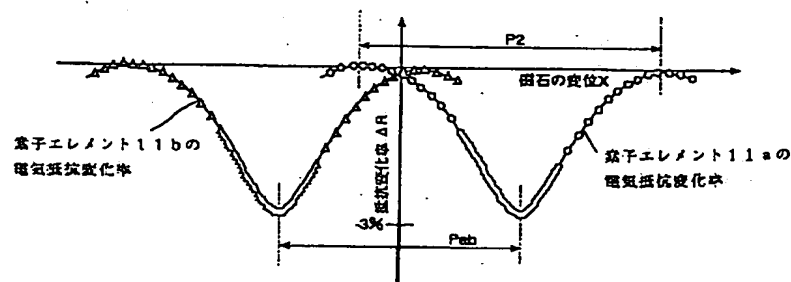
【図5】



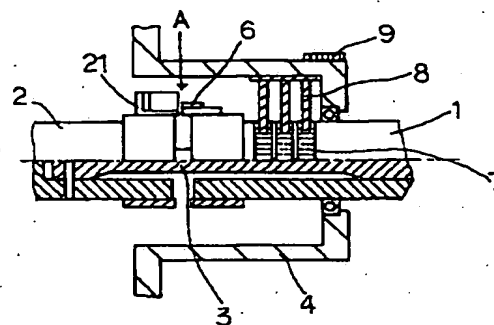
【図14】



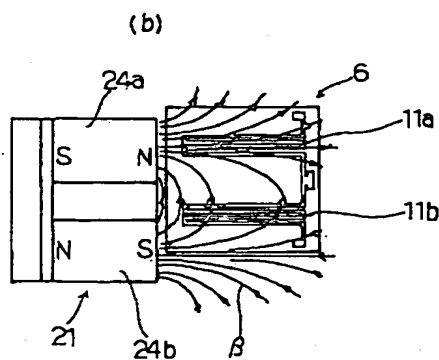
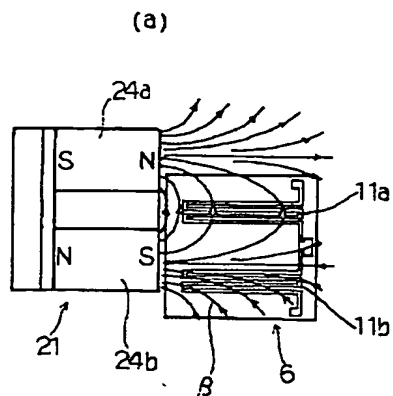
【図6】



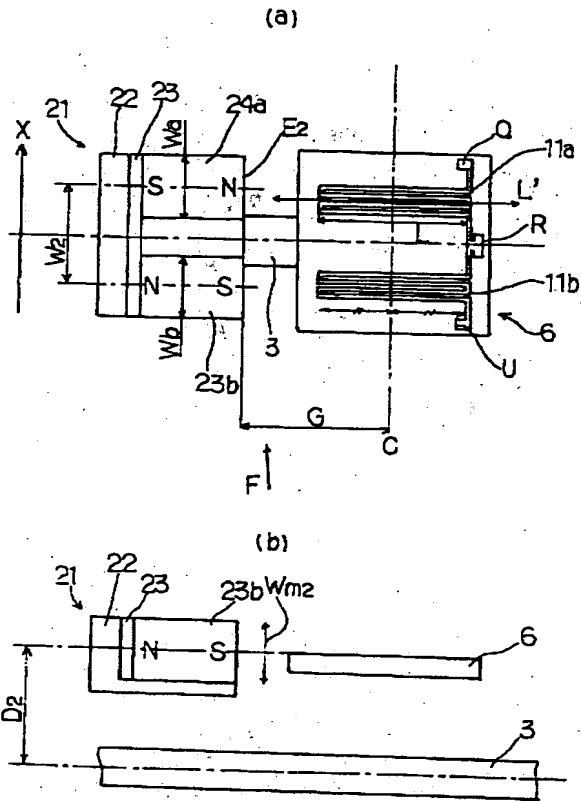
【図8】



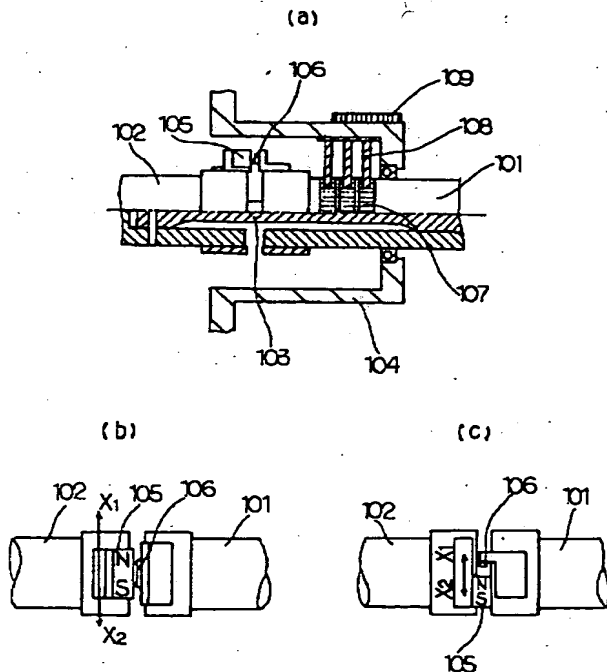
【図10】



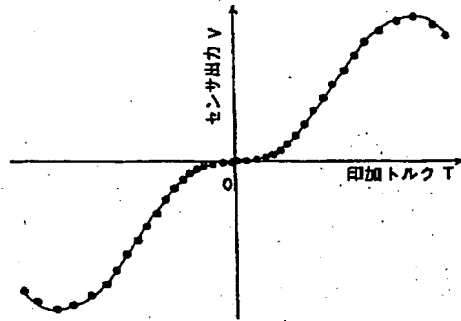
【図9】



【図12】



【図11】



【図13】

